



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Off enlegungsschrift**
⑩ **DE 41 39 291 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
F 02 B 37/12
F 02 D 23/02
F 01 N 3/18

DE 41 39 291 A 1

②① Aktenzeichen: P 41 39 291.4
②② Anmeldetag: 29. 11. 91
②③ Offenlegungstag: 3. 6. 93

⑦① Anmelder:
Audi AG, 8070 Ingolstadt, DE

⑦② Erfinder:
Piech, Ferdinand, Dr., 8070 Ingolstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

| | |
|-------|--------------|
| DE-PS | 8 84 130 |
| DE | 40 14 398 A1 |
| DE | 23 44 022 A1 |
| US | 33 80 245 |

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit Abgasturboaufladung

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit Abgasturboaufladung, bei dem die Abgasturbine zumindest zeitweilig durch zusätzliche Brennstoff- und/oder Verbrennungsluftzufuhr mit einem erhöhten Abgasmassenstrom beaufschlagt wird, wobei zur Erzielung einer verbesserten Abgasentgiftung und einem schnellen Hochfahren der Abgasturbine das Abgas stromauf der Turbine katalytisch gezündet wird. Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens weist einen elektrisch beheizten Katalysator auf, der parallel zu einer ersten Abgasleitung stromauf der Abgasturbine angeordnet ist und der mittels eines Absperrventils zeitweilig in den Abgasstrom einschaltbar ist.

DE 41 39 291 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit Abgasturboaufladung, bei dem die Abgasturbine zumindest zeitweilig durch zusätzliche Brennstoff- und/oder Luftzufuhr mit einem erhöhten Abgasmassenstrom beaufschlagt wird.

Ein derartiges Verfahren und eine verfahrensgemäße Brennkraftmaschine zeigt beispielsweise die DE 35 44 247 A1, bei der zur Erhöhung des Ladedruckes im unteren Drehzahlbereich eine Umluftleitung nahe den Brennräumen der Brennkraftmaschine in das Abgasleitungssystem mündet und der Brennstoffanteil im Brennstoff-Luftgemisch bei geöffnetem Umluftventil im "fetten" Bereich unterhalb des stöchiometrischen Wertes ≈ 1 liegt. Dadurch stellt sich im Abgassystem stromauf der Abgasturbine ein noch brennbares Gemisch ein, welches entweder durch Nachzündung aus den Brennräumen (Fackelzündung) oder durch Fremdzündung gezündet wird und durch die erhöhte Abgasenergie das Ansprechen des Abgasturboladers im unteren Drehzahlbereich der Brennkraftmaschine verbessert.

Aufgabe der Erfindung ist es, das gattungsgemäße Verfahren derart weiterzubilden, daß unter Berücksichtigung geringer Abgas-Schadstoffwerte im Kaltfahr- und Beschleunigungsbereich ein unverändert gutes Ansprechverhalten des Abgasturboladers erzielt wird. Ferner soll eine einfache und robuste Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens geschaffen werden.

Die verfahrensgemäße Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird das durch Zusatzluft und/oder zusätzlichen Brennstoff angereicherte Abgas stromauf der Turbine und relativ nahe den Brennräumen der Brennkraftmaschine durch Einschaltung eines Katalysators in das Abgassystem katalytisch gezündet. Gemäß Anspruch 2 wird dabei insbesondere ein elektrisch beheizter Katalysator vorgeschlagen, über den unmittelbar mit dem Starten der noch kalten Brennkraftmaschine eine Zündung der noch brennbaren Abgasbestandteile ausgelöst wird.

Daraus resultiert zum einen eine noch schneller einsetzende Abgasentgiftung bzw. Konvertierung, weil die Anspringtemperatur des verwendeten Katalysators in Verbindung mit der elektrischen Beheizung und der Nachverbrennung nahezu ohne Zeitverzögerung erreicht wird. Andererseits wird der stromabliegende Abgasmassenstrom bzw. die darin enthaltene Abgasenergie derart erhöht, daß ähnlich der Verwendung einer Brennkammer eine starke Beschleunigung der Abgasturbine und damit verbunden die Bereitstellung eines hohen Ladedruckes erreicht wird.

Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen werden somit in vorteilhafter Weise eine sofort einsetzende Abgasentgiftung bei gleichzeitig energiereicherer Beaufschlagung der Abgasturbine insbesondere im unteren Drehzahlbereich erzielt.

Der Katalysator kann zumindest zeitweilig durch Überfettung des Brennstoff-Luftgemisches und ggf. Sekundärluftzufuhr eine Erhöhung des Abgasmassenstroms zum verbesserten Ansprechen der Abgasturbine bewirken, und/oder bei einem stöchiometrischen Kraftstoff-Luftgemisch mit $\tau=1$ einer schnell einsetzenden Abgasentgiftung dienen. Bei Erreichen einer kritischen Temperatur des Katalysators (Überhitzungsschutz) kann beispielsweise durch eine Bypass-Leitung im Abgassystem das Abgas an diesem vorbeigeführt bzw. die

katalytische Zündung unterbrochen werden.

Eine einfache und robuste Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist im Patentanspruch 5 angeführt, gemäß der der Katalysator parallel zu einer weiteren Abgasleitung angeordnet und diese Abgasleitung durch ein Ventil absperrbar ist. Bei abgesperrter Abgasleitung — was in der Kaltfahrphase der Brennkraftmaschine und bei Beschleunigungsintervallen bevorzugt der Fall ist — wird das ggf. mit Brennstoff und Sekundärluft angereicherte Abgas ausschließlich über den Katalysator geleitet, während bei geöffnetem Ventil der Katalysator mehr oder minder kurzgeschlossen ist. Mit dieser Anordnung kann relativ verlustfrei das Abgas wahlweise über den Katalysator oder über die parallele Abgasleitung geleitet werden.

Das Absperrventil und die elektrische Beheizung des Katalysators können bevorzugt abhängig vom Ladedruck in der Ladeluftleitung der Brennkraftmaschine und von der Katalysatortemperatur gesteuert werden. Ferner kann in baulich einfacher Weise das Ventil durch ein in der Funktion erweitertes, an sich bekanntes Bypassventil gebildet sein, welches zugleich die Bypassfunktion für die Abgasturbine steuert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden mit weiteren Einzelheiten näher erläutert. Die schematische Zeichnung zeigt eine Fünfzylinder-Hubkolben-Brennkraftmaschine mit Abgasturboaufladung und einem stromauf der Abgasturbine liegenden elektrisch beheizten Katalysator.

Mit 10 ist eine Fünfzylinder-Hubkolben-Brennkraftmaschine angedeutet, die beispielsweise im Viertaktverfahren mit Fremdzündung betrieben ist. Deren Zylinder I bis V sind über entsprechende Kanäle einlaßseitig an einen Verbrennungsluft zuführenden Ansaugverteiler 12 und auslaßseitig an einen Abgaskrümmen 14 angeschlossen.

Der Abgaskrümmen 14 ist unter Zwischenschaltung eines Doppelrohres 16 mit der Abgasturbine 20 eines Abgasturboladers 18 verbunden, deren Verdichter 22 Verbrennungsluft über eine Ladeluftleitung 24 zum Ansaugverteiler 12 fördert. An die Abgasturbine 20 schließt in Strömungsrichtung des Abgases das weitere Abgassystem der Brennkraftmaschine an, in das ein Hauptkatalysator 26 (z. B. ein Dreiwegekatalysator) eingeschaltet ist.

Das Doppelrohr 16 setzt sich aus einer ersten Abgasleitung 28 und einer davon abzweigenden und wieder einmündenden Nebenleitung 30 zusammen, wobei in der Nebenleitung 30 ein monolithischer Metallkatalysator 32 mit einer elektrischen Widerstandsheizung in Form von mehreren, radial einragenden Glühstiften 34 vorgesehen ist.

Von der ersten, in die Abgasturbine 20 einmündenden Abgasleitung 28 zweigt ferner eine Bypass-Leitung 36 (Wastegate) ab, die stromab der Abgasturbine 20 jedoch stromauf des Hauptkatalysators 26 wieder in das weitere Abgassystem der Brennkraftmaschine (Verbindungsleitung 38) mündet.

Die Bypass-Leitung 36 und die Abgasleitung 28 werden gemeinsam von einem Absperrventil in Form einer schwenkbar gelagerten Klappe 40 gesteuert, die in der in ausgezogener Linie gezeichneten Stellung die Abgasleitung 28 absperrt, so daß der gesamte Abgasstrom aus dem Abgaskrümmen 14 über den Katalysator 32 geleitet wird. In einer zweiten Stellung (90° verschwenkt) sperrt die Klappe 40 nur die Bypass-Leitung 36 und gibt schließlich in einer dritten Stellung (180° verschwenkt) die Abgasleitung 16 und die Bypass-Leitung 36 frei. Die

Klappe 40 wird von einem elektrischen Stellmotor 42 betätigt, der an ein elektronisches Steuergerät 44 angeschlossen ist und der sowohl die drei beschriebenen Positionen als auch beliebige Zwischenstellungen der Klappe 40 einstellen kann.

Über das Steuergerät 44 wird ferner die elektrische Beheizung des Katalysators 32 geschaltet, wobei in dem Steuergerät 44 über eine nicht dargestellte logische Verknüpfungsschaltung der Ladedruck p_1 in der Ladeluftleitung 24, der Druck p_2 in dem Ansaugverteiler 12 stromab einer willkürlich steuerbaren Drosselklappe 46 zur Steuerung der Leistung der Brennkraftmaschine und schließlich die Temperatur T des Katalysators 32 erfaßt und signaltechnisch verarbeitet werden.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 10 wird mittels des Verdichters 22 des Abgasturboladers 18 über eine Leitung 48 mit einem Luftfilter 50 und einem Luftmengemesser 52 üblicher Bauart Verbrennungsluft angesaugt und über die Ladeluftleitung 24 — in der ggf. ein Ladeluftkühler 54 angeordnet sein kann — dem Ansaugverteiler 12 zugeführt.

Abhängig von der Verbrennungsluftmenge, der Leistungsanforderung (Drosselklappenstellung) und weiteren Steuerparametern wie Drehzahl n und Temperatur T der Brennkraftmaschine wird der Verbrennungsluft über eine nicht näher dargestellte Brennstoff-Zumeßeinrichtung mit einem Steuergerät 56 und Einspritzventilen 58 Brennstoff zugeführt und über ein nicht näher dargestelltes Zündsystem in den Zylindern I bis V der Brennkraftmaschine gezündet. Das Brennstoff-Luftgemisch kann ggf. lambdageregelt auf den stöchiometrischen Wert $\tau = 1$ eingestellt sein.

Wird über das Steuergerät 44 Kaltfahrbereich festgestellt (Temperatur T des Katalysators 32 und ggf. eines weiteren Temperaturgebers an der Brennkraftmaschine kleiner als vorgegeben) und/oder liegen der Ladedruck p_1 und der Druck p_2 unterhalb definierter Werte (entsprechend einer Beschleunigungsphase der Brennkraftmaschine), so schwenkt der Stellmotor 42 die Klappe 40 in die in ausgezogener Linie gezeichnete Position und schließt somit die Abgasleitung 28.

Sofern die Temperatur T des Katalysators 32 unterhalb eines vorgegebenen Wertes liegt, wird zugleich die Beheizung des Katalysators 32 aktiviert.

Desweiteren wird ein Umluftventil 60 angesteuert, welches Verbrennungsluft aus der Ladeluftleitung 24 über eine Leitung 62 in den Abgaskrümmer 14 überströmen läßt. Zeitgleich damit wird das Steuergerät 56 der Brennstoff-Zumeßeinrichtung angesteuert und eine Anfeuchtung des Brennstoff-Luftgemisches (die üblicherweise vorhandene Lambda-Regelung wird kurzzeitig unterbrochen) auf ca. $\tau = 0,8$ (= fettes Gemisch/Luftmangel) eingestellt.

Diese Maßnahmen bewirken, daß der mit unverbrannten Brennstoffanteilen und Sekundärluft angereicherte Abgasmassenstrom (τ nunmehr wieder etwa 1) in der Nebenleitung 30 bzw. im Katalysator 32 sofort wirksam katalytisch und über die Glühstifte 34 elektrisch gezündet wird und nachverbrennt, wobei durch die extrem schnelle Erhitzung des Katalysators 32 eine nahezu sofortige Abgaskonvertierung einsetzt. Ferner wird aufgrund dieser Anreicherung die nutzbare Abgasenergie wirksam erhöht und somit die Abgasturbine bzw. der mit dieser gekoppelte Verdichter beschleunigt hochgefahren, wodurch der Ladedruck p_1 schnell ansteigt. Daraus resultiert ein schnelles Ansprechen der Brennkraftmaschine mit hohem Drehmomentaufbau bereits bei niedrigen Drehzahlen.

Bei Erreichen eines definierten Ladedruckes p_1 oder eines kritischen Temperaturwertes des Katalysators 32 (Überhitzungsschutz) wird die Klappe 40 umgeschaltet und damit die Abgasleitung 28 geöffnet. Aufgrund deren geringeren Durchströmwiderstandes strömt nunmehr der überwiegende Anteil des Abgases über die Abgasleitung 28 zur Abgasturbine 20, während der Katalysator 32 im wesentlichen kurzgeschlossen ist. Die elektrische Beheizung 34 des Katalysators 32 kann bereits bei einem geringeren, oberhalb der Anspringtemperatur des Katalysators 32 liegenden Wert abgeschaltet sein (Nachzündung nur noch katalytisch). Mit dem Umschalten der Klappe 40 wird zugleich die Anfeuchtung der Brennkraftmaschine und die Zuführung von Sekundärluft bzw. Umluft in den Abgaskrümmer 14 unterbrochen.

Bei einem weiteren Ansteigen des Ladedruckes p_1 auf einen zweiten Schwellwert wird in herkömmlicher Weise durch Weiterverschwenken der Klappe 40 die Bypass-Leitung 36 geöffnet und somit zu hoher Ladedruck vermieden.

Der Katalysator 32 kann ein Keramik- oder wie beschrieben ein Metallkatalysator sein, der entweder reduzierend/oxidierend oder nur oxidierend katalytisch beschichtet ist. Die Beschichtung ist dabei primär auf die Hochtemperaturfestigkeit anzulegen, während die Anspringtemperatur aufgrund der sehr raschen Aufheizung im Gegensatz zum Hauptkatalysator 26 weniger relevant ist.

Bei Verwendung eines Oxidationskatalysators kann der τ -Wert im Abgas durch vermehrte Zuführung von Sekundärluft auch auf 1,2—1,4 eingestellt, ggf. auch durch Verwendung einer entsprechenden Lambdasonde eingeregelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine mit Abgasturboaufladung, bei dem die Abgasturbine zumindest zeitweilig durch zusätzliche Brennstoff- und/oder Luftzufuhr mit einem erhöhten Abgasmassenstrom beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas stromauf der Abgasturbine (20) katalytisch gezündet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündung durch elektrische Beheizung des Katalysators (32) unterstützt wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Zündung in der Kaltfahrphase der Brennkraftmaschine und/oder in Beschleunigungsphasen durchgeführt wird.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die katalytische Zündung oberhalb einer kritischen Temperatur des Katalysators unterbunden wird.
5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Abgassystem stromauf der Abgasturbine (20) ein Katalysator (32) parallel zu einer weiteren Abgasleitung (28) angeordnet ist, wobei diese Abgasleitung (28) durch ein Ventil (40) absperrbar ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Abgasleitung (28) und eine die Abgasturbine (20) umgehende Bypassleitung (36) durch ein gemeinsames Bypassventil (40, 42) gesteuert sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch

gekennzeichnet, daß der Katalysator (32) mit einer elektrischen Beheizung (34) versehen ist, die abhängig vom Ladedruck (P_1) und/oder der Last (P_2) und/oder der Katalysatortemperatur (T) aktiviert ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Beheizung durch mehrere, in den Katalysator (32) quer zur Abgasströmungsrichtung einragende Glühstifte (34) gebildet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

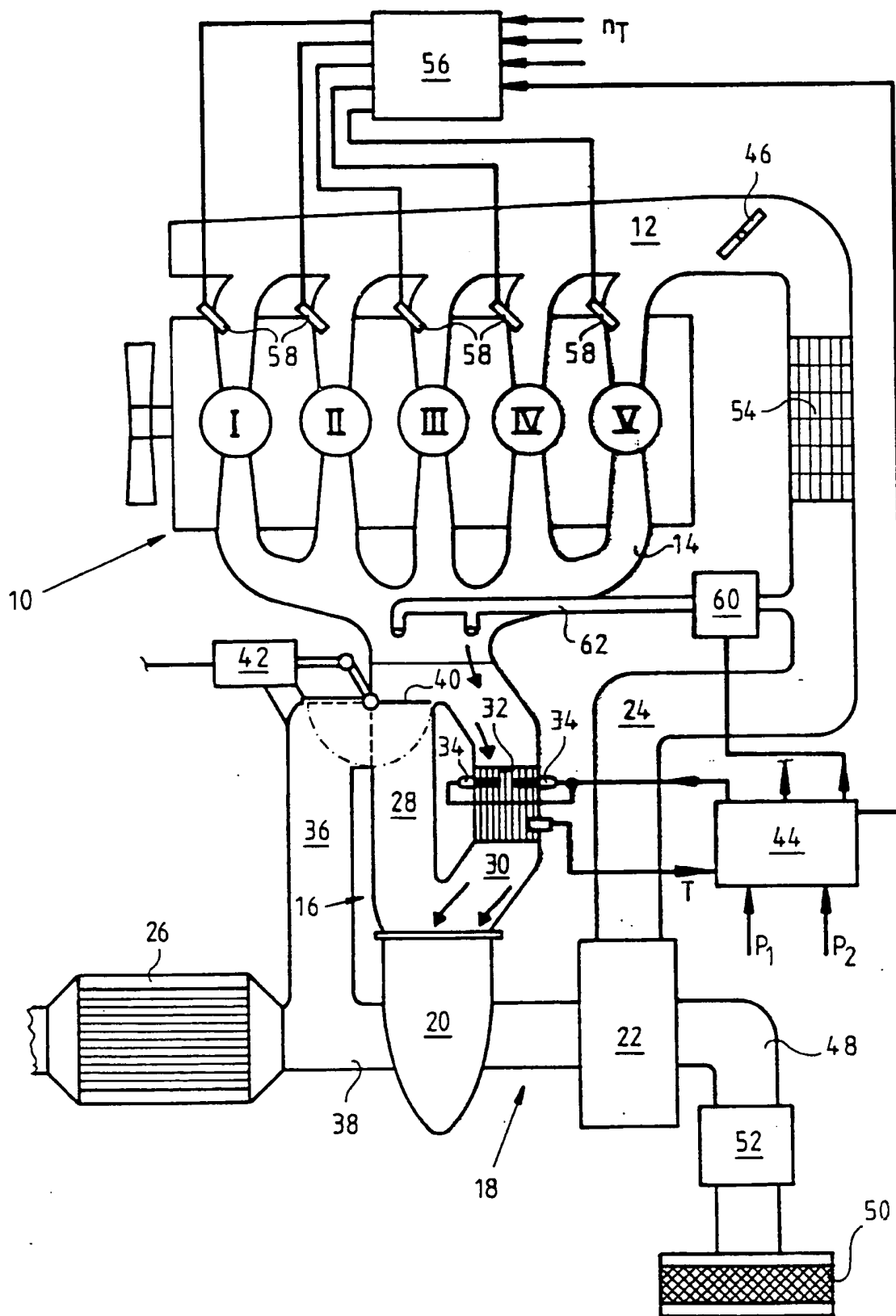
50

55

60

65

- Leerseite -



PUB-NO: DE004139291A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4139291 A1

TITLE: Driving IC engine with exhaust driven
turbocharger -
intermittently adding extra fuel and/or air
upstream of
turbine with electrically-heated catalytic
firing

PUBN-DATE: June 3, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|---------------------|---------|
| PIECH, FERDINAND DR | DE |

ASSIGNEE-INFORMATION:

| NAME | COUNTRY |
|------------------------|---------|
| AUDI NSU AUTO UNION AG | DE |

APPL-NO: DE04139291

APPL-DATE: November 29, 1991

PRIORITY-DATA: DE04139291A (November 29, 1991)

INT-CL (IPC): F01N003/18, F02B037/12 , F02D023/02

EUR-CL (EPC): F01N003/20 ; F01N003/22, F01N009/00 ,
B01D053/94 , B01D053/94
 , F02B037/18 , F02D041/00 , F02D041/02

US-CL-CURRENT: 123/559.1

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>An IC engine has an exhaust gas-driven turbocharger with periodic admission of extra fuel and/or air upstream of the turbine for an additional boost. This additional boost is ignited catalytically by the electrical heating of a catalyst. This occurs during while the engine is still cold or during periods of

acceleration. Catalytic firing ceases above a certain critical temperature. The catalyst heating is a function of engine load and catalyst temperature. A separate pipe by-passes the catalyst between exhaust manifold and turbine. This by-pass pipe has an electrically controlled check valve. This valve also controls a third pipe leading from the manifold directly to the main exhaust catalyst box, by-passing the turbine altogether. **ADVANTAGE** - Simple and robust turbocharger giving reduced harmful exhaust emissions during cold engine operation and acceleration.